
СИНТЕЗ УЗАГАЛЬНЕНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ КОНТРОЛЮ І ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВІАЦІЙНОГО ДВИГУНА ТВЗ-117

Владов С.І., Телешун В.Я., Яковенко І.П.

Кременчуцький льотний коледж
Харківського національного університету внутрішніх справ

ser26101968@gmail.com

Вступ. Відомо, що на етапі експлуатації авіаційного двигуна ТВЗ-117 у польотних режимах контролюються технологічні його параметри в різних режимах, прямо або опосередковано. Оскільки процеси, що протікають в авіаційному двигуні ТВЗ-117, носять нестационарний характер, його параметри залежать від зовнішніх умов, причому вид такої залежності часто не визначений, склад вимірних параметрів може відрізнятися в окремому випадку, може бути неповним тощо, то задачу контролю і діагностики технічного стану авіаційного двигуна ТВЗ-117 можна віднести до задач в умовах неповної і нечіткої інформації. Подібні задачі в даний час успішно розв'язуються за допомогою інтелектуальних нейромережових систем і моделей [1].

Матеріали і методи. Виходячи з того, що параметри технічного стану авіаційного двигуна ТВЗ-117 наступні: тиск повітря на вході в двигун (x_1), температура повітря на вході в двигун (x_2), частота обертання вентилятора (x_3), тиск повітря за компресором (x_4), частота обертання компресора (x_5), температура газу за турбіною (x_6), тиск газу за турбіною (x_7), рівень масла в масляній системі (x_8), наявність стружки в маслі (x_9), займання палива в камері згоряння (x_{10}), температура палива на вході в двигун (x_{11}), тиск палива на вході в двигун (x_{12}), температура масла на вході в двигун (x_{13}), тиск масла на вході в двигун (x_{14}), діаметр критичного перерізу вихідного пристрою (x_{15}), вібрація корпусу двигуна (x_{16}), помпаж двигуна (x_{17}), вважається, що дані параметри утворюють багатошарову нейронну мережу з $n = 17$ входами й одним виходом. Кожен i -й нейрон першого шару ($i = 1, 2, \dots, m = 17$) має $n = 17$ входів, які прописані вагами $w_{1i}, w_{2i}, \dots, w_{ni}$ [1, 2].

Подаючи на входи будь-які числа x_1, x_2, \dots, x_{17} , отримаємо на виході значення деякої функції $Y = F(x_1, x_2, \dots, x_{17})$, яке є відповіддю (реакцією) мережі. Відомо, що відповідь мережі залежить як від вхідного сигналу, так і від значень її внутрішніх параметрів – ваг нейронів, тобто:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_{17}) = \sum_{i=1}^{m=17} v_i \sigma \left(\sum_{j=0}^{n=17} x_j w_{ji} \right); \quad (1)$$

де $F(x_1, x_2, \dots, x_{17})$ – будь-яка безперервна функція, певна на обмеженій множині; $\sigma(s) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha s}}$ – сигмоїдальна функція.

Застосувавши теорему Колмогорова $F(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^{2n+1} g_i \left(\sum_{j=1}^n h_{ij}(x_j) \right)$, де g_i

і h_{ij} – безперервні функції, причому h_{ij} не залежить від функції F , для $m = 1 \dots 17$ змінних, з'ясовано, що для реалізації функції $m = 1 \dots 17$ змінних досить операцій підсумовування і композиції функції однієї змінної.

Результати. Синтез нейромережевої системи проводився за допомогою пакета прикладних програм Neural Network Toolbox системи MATLAB, в якій реалізовано три нейрорегулятора: регулятор прогнозу NN Predictive Controller; регулятор на основі моделі авторегресії з ковзним середнім NARMA-L2 Controller; регулятор на основі еталонної моделі Model Reference Controller.

На рис. 1 наведена структурна схема пропонованої нейромережевої системи контролю і діагностики технічного стану авіаційного двигуна ТВ3-117, розроблена в Simulink. Ця структура включає блок керованого об'єкта (Subsystem) і блок регулятора NN Predictive Controller, а також блоки генерації еталонного ступеневого сигналу з випадковою амплітудою Random Reference, блок побудови графіків.

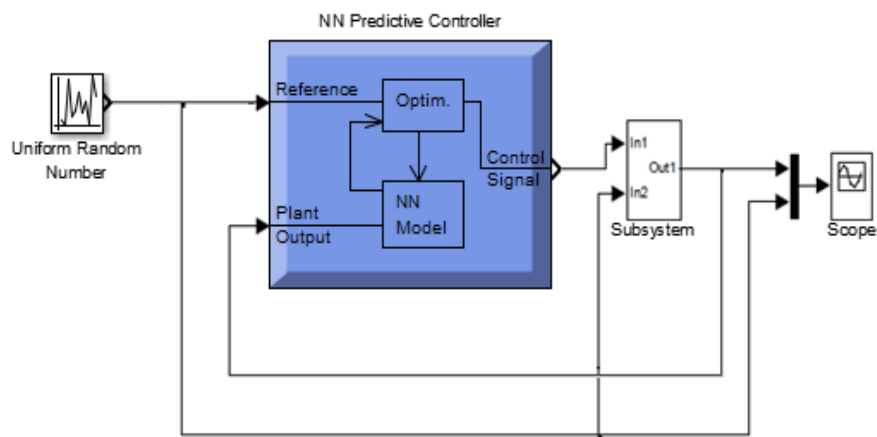


Рис. 1 – Схема системи управління на базі нейрорегулятора NN Predictive Controller [3]

При ідентифікації двигуна найбільш важливим питанням є вибір кількості нейронів прихованого шару S . За малої кількості нейронів мережа не може виконувати поставлену задачу, а за великої – спостерігається явище перенавчання і зростає обсяг обчислень.

Висновки. Отже, використання нейромережевої моделі авіаційного двигуна ТВ3-117, що забезпечує високу якість ідентифікації і оптимальних значень параметрів дозволило синтезувати нейрорегулятор [3], що забезпечують високі динамічні характеристики системи .

Література:

1. Метод підвищення робастності нейромережевої моделі контролю і діагностики технічного стану авіаційного двигуна ТВ3-117 в польотних режимах / С. І. Владов, Ю. М. Шмельов, С. А. Грибанова, О. В. Гусарова, Н. В. Подгорних. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2020. Вип. 1/2020 (120). С. 113–119.
 2. Диагностика состояния двигателя вертолета Ми-8МТВ с применением нейронных сетей / Ю. Н. Шмелев, С. И. Владов, С. Н. Бойко, Я. Р. Климова, С. Я. Вишневский. *Вісник Хмельницького національного університету : науковий журнал*. 2018. № 3.2018. С. 165–170.
 3. Синтез нейрорегулятора NN Predictive Controller для управління трьохмасовою електромеханічною системою / Т. Ю. Васи́лець, О. О. Варфоломієв, Р. В. Тютюн, Ю. О. Алфьоров, А. О. Власов. *Системи обробки інформації*. 2017. Випуск 3 (149). С. 88–95.
-